

REDESIGN TOWER ROOFTOP

(Studi Kasus: Gedung karaoke *Rainbow* – Solo)

Garnasih T.A¹, Ir. As'at Pujianto², MT dan Ir. Mandiyo Priyo, MT³

ABSTRAK

Dalam tulisan ini akan dikaji mengenai perhitungan tower dan gedung dengan kondisi *existing* dan perencanaan ulang atau rekayasa ulang terhadap konstruksi tower *rooftop* agar memenuhi kaidah dan ketentuan teknis yang dipersyaratkan untuk menjamin keamanan struktur baik pada tower maupun gedung tempat perletakan tower sehingga mampu menjadi infrastruktur penopang bagi tower.

Tower *rooftop* ini akan dianalisa strukturnya, perletakan *baseframe* dan reaksi structural gedung yang mendapat beban dari tower. Tower akan dicek kelayakan aman tidaknya dengan menganalisis tower yang dibebani oleh antenna beserta kelengkapannya, *baseplate*, *baseframe*. Struktural gedung (kolom, beam dan slab) juga akan dianalisis. Apabila tidak aman dan perlu adanya perbaikan dengan catatan perbaikan tersebut tidak boleh mematikan sistem yang telah berjalan (tower tidak boleh mati) maka akan diestimasi berapa besar biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan agar memenuhi *standard* teknis dan persyaratan terhadap keamanan struktur tower maupun struktur gedung.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: **(1)** Kondisi struktur tower dan gedung pada kondisi *existing* dalam keadaan aman. Baik dari *main leg*, *bracing* atau *horisontalnya* masih dalam batas toleransi dibawah yang disyaratkan. *Twist*, *sway* dan *dispalcementnya* pada tower aman. Untuk structural gedung setelah dianalisis baik kolom, beam dan plat menunjukkan angka aman. Hanya saja kondisi *baseframe* dan angkur mengalami korosi. Kondisi *baseframe* setelah dianalisis menunjukkan bahwa *baseframe* tersebut tidak aman untuk menopang tower beserta kelengkapannya. Perletakan *baseframe* berada diatas plat dan menempel bukan berada diatas struktural gedung (balok atau kolom). **(2)** Setelah *redesign* baik dari struktural tower, *baseframe*, *baseplate* dan structural gedung menunjukkan hasil analisis aman dengan bentuk dan dimensi yang berbeda. *Baseframe* baru *didesign* dengan adanya penambahan *boxsteel* pada keempat kaki tower. *Baseframe* menggantung karena ditopang oleh *boxsteel* dan posisi *boxsteel* berada pada struktural gedung sehingga tidak menempel pada plat. **(3)** Dari analisis yang telah dilakukan terhadap tower maupun gedungnya maka tower tersebut perlu dilakukan *redesign*. Dari proses *redesign* tower tersebut maka biaya yang harus dikeluarkan sebesar Rp 138.495.903,94.

Kata Kunci: Tower, Tower *rooftop*, dan *Redesign*.

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UMY (20130110320)

² Dosen Jurusan Teknik, Fakultas Teknik UMY – Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

³ Dosen Jurusan Teknik, Fakultas Teknik UMY – Dosen Pembimbing II Tugas Akhir

REDESIGN TOWER ROOFTOP

(Case Study : Building Rainbow Karaoke - Solo)

Garnasih T.A¹, Ir. As'at Pujianto², MT and Ir. Mandiyo Priyo, MT³

ABSTRACT

In this paper will be assessed on calculation of tower and building with existing condition and redesign or re-engineering construction of tower rooftop in order to meet the rules and technical conditions required to ensure safety of the structure the tower and the building where the bearing of tower become the infrastructure supporting the tower.

Tower rooftop will be analyzed the structure, placement of baseframe and structural response of buildings that got the brunt of the tower. Tower will be checked by analyzing the feasibility of safely least burdened by the antenna tower with the accessories, baseplate, baseframe. Structural building (column, beam and slab) will also be analyzed. If it is not safe and need for repair with the repair records should not shut down the system that has been running (tower can not die) and will be estimated how much it costs to repair in order to meet the technical standards and requirements for the security structure of the tower and the building structure.

These research results indicate that: **(1)** Condition of tower structure and building on the existing conditions in a safe condition. Both of the main leg, bracing or horizontal still within tolerance limits specified below. Twist, sway and displacementnya the tower safely Both of the main leg, bracing or horizontal still within tolerance limits specified below. Twist, sway and displacementnya the tower safely. For analyzed both structural building after column, beam and plate menunjukkan safe rate. Only condition baseframe and anchors to corrosion. Baseframe condition after analysis showed that the baseframe is not safe to shore up the tower along with the accessories. Placement baseframe is above the plate and not sticking above the structural building (beam or column). **(2)** After diredesign both structural tower, baseframe, baseplate and structural analysis of the building shows the result safe with different shapes and dimensions. The new Baseframe designed with the addition of a fourth leg boxsteel the tower. Baseframe hang because it is supported by boxsteel and boxsteel positions that are in structural building so it does not stick to the plate. **(3)** Dari analisis yang telah dilakukan terhadap *tower* maupun gedungnya maka tower tersebut perlu dilakukan *redesign*. Dari proses *redesign* tower tersebut maka biaya yang harus dikeluarkan sebesar Rp 138.495.903,94.

Keywords: *Tower, Tower rooftop, and Redesign.*

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UMY (20130110320)

² Dosen Jurusan Teknik, Fakultas Teknik UMY – Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

³ Dosen Jurusan Teknik, Fakultas Teknik UMY – Dosen Pembimbing II Tugas Akhir

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tower adalah menara yang terbuat dari rangkaian besi atau pipa baik segiempat atau segitiga, atau hanya berupa pipa panjang (tongkat), yang bertujuan untuk menempatkan antenna dan radio pemancar maupun penerima gelombang telekomunikasi dan informasi. Tower telekomunikasi sering juga disebut sebagai *Tower BTS*. *Tower BTS* (Base Transceiver System) sebagai sarana komunikasi dan informatika, berbeda dengan *tower SUTET* (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi) Listrik PLN dalam hal konstruksi, maupun resiko yang ditanggung penduduk di bawahnya.

Pada site *tower rooftop* biasanya dibangun di atap gedung bertingkat. Umumnya site *rooftop* memberikan solusi *coverage* pada area yang padat dengan bangunan, terutama diimplementasikan di dalam kota. Untuk mengetahui keamanan tower dan keamanan gedung itu sendiri karena dibebani oleh berat tower yang kemungkinan pada mulanya gedung tersebut tidak dirancang untuk dibangun tower dilantai teratasnya (*rooftop*) maka dikaji mengenai pengecekan, perencanaan ulang atau rekayasa ulang terhadap konstruksi tower *rooftop* agar memenuhi kaidah dan ketentuan teknis yang dipersyaratkan untuk menjamin keamanan struktur baik pada tower maupun gedung tempat perletakan tower sehingga mampu menjadi infrastruktur penopang bagi tower.

1.2 Identifikasi Masalah

- Kondisi tower beserta kelengkapannya dan bagian-bagian pada struktur badan tower yang ada, didapat dengan analisis menggunakan program MS Tower, Microsoft Excel, Staad Pro dan Etabs bukan secara manual.
- Kondisi gedung dengan pembebanan tower beserta kelengkapannya yang dibangun dilantai teratasnya (*rooftop*) didapat dengan analisis menggunakan

program Etabs, PCA *Coloumn* dan Microsoft Excel.

- Kondisi *redesign* untuk pengankuran akan dianalisis menggunakan program *Hilti Profis Anchor*.
- Detile hasil perhitungan analisis dengan menggunakan beberapa software dapat dilihat pada lembar lampiran.

1.3 Batasan Masalah

- Jenis tower yang dikaji dalam penulisan ini adalah tower SST (*Self Supporting Tower*) 4 kaki.
- Perencanaan tower SST ini menggunakan tower dengan ketinggian 35.3 meter yang berfungsi sebagai tower telekomunikasi.
- Jenis tower yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis tower *rooftop*.
- Untuk fungsi antenna dan pondasi gedung tidak dibahas.
- Beban angin yang digunakan untuk angin maksimum adalah 120 KpH (33,33 km/jam) dan untuk angin minimum adalah 84 KpH (23,33 km/jam).

1.4 Rumusan Masalah

- Kondisi tower beserta kelengkapannya ?
- Kondisi gedung dengan adanya tower diatasnya?
- Perletakan dan kondisi *baseframe tower*?
- Menggunakan angkur *mechanical* atau angkur *chemichal*?

1.5 Tujuan Penelitian

- Perhitungan tower dan gedung *existing* untuk mengetahui kondisi *structuralnya*.
- Perhitungan tower dan gedung pada kondisi *redesign* untuk mengetahui hasil perencanaan ulang atau rekayasa ulang terhadap konstruksi tower di *rooftop*
- Estimasi berapa besar biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan.

d. Bukti bahwa gedung mampu menopang beban tower ketika berada pada kondisi *existing* atau kondisi *redesign* dan cara menentukan dimensi profil pada tower yang akan digunakan.

1.6 Manfaat Penelitian

- Mengetahui bagaimana merencanakan tower *rooftop*.
- Mengetahui bagian-bagian tower baik itu *rooftop* ataupun *greenfield*.
- Mengetahui bagaimana dan apa tower *rooftop* itu.
- Mengetahui analisis apa saja dalam pengecekan dan perencanaan tower, terlebih terhadap tower *rooftop*.

2. STUDI PUSTAKA

Menurut Mahmud Effendi dan Triono Subagio (UNNES, 2006), meningkatnya kebutuhan terhadap teknologi komunikasi yang murah dan mudah, memaksa penyedia layanan telepon selular untuk memperbaiki sinyal jaringan telepon selular. Sebagai konsekuensi dari perkembangan ini, maka harus diiringi dengan bertambahnya pembuatan konstruksi menara pada daerah pemukiman yang mendapatkan tekanan dari masyarakat harus memperhatikan kekuatan dari menara telepon selular. Pembangunan dengan memakai *rooftop* (atap) bangunan rumah pribadi atau gedung.

3. LANDASAN TEORI

Tower

Tower adalah menara yang terbuat dari rangkaian besi atau pipa baik segiempat atau segitiga, atau hanya berupa pipa panjang (tongkat) yang bertujuan untuk menempatkan antenna dan radio pemancar maupun penerima gelombang telekomunikasi dan informasi. Tower yang didirikan untuk telekomunikasi salah satunya ialah BTS. BTS adalah singkatan dari *Base Transceiver Station*, yaitu pemancar sinyal suatu operator.

Berdasarkan lokasinya, tower dapat diklasifikasikan terhadap dua jenis:

- Greenfield* (letak tower dibangun/berdiri langsung berada diatas permukaan tanah)
- Rooftop* (letak tower berada diatas/diatap bangunan)

Gedung

Bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya sebagian atau seluruhnya berada di atas, di dalam tanah atau air. Bangunan gedung terdiri beberapa komponen structural penting seperti kolom, balok dan plat.

Redesign

Pada site *tower rooftop* biasanya dibangun di atap gedung bertingkat. Umumnya site *rooftop* memberikan solusi *coverage* pada area yang padat dengan bangunan, terutama diimplementasikan di dalam kota. Tujuan penganalisisan ini adalah untuk mengecek, perencanaan ulang atau rekayasa ulang terhadap konstruksi tower di *rooftop* agar memenuhi kaidah dan ketentuan teknis yang dipersyaratkan untuk menjamin keamanan struktur baik pada tower maupun gedung tempat perletakan tower sehingga mampu menjadi infrastruktur penopang bagi tower.

Matriallist

Matriallist adalah daftar uraian bahan atau komponen yang akan digunakan untuk suatu pengerjaan proyek.

Bill of Quantity

Bill of Quantities adalah daftar uraian dan volume pekerjaan yang terdapat dalam dokumen-dokumen tender, kontrak dan harga satuan. Dalam BOQ kontrak adalah harga satuan yang dipakai untuk menghitung biaya pekerjaan tambah atau kurang. *Bill Of Quantity* ini

akan dihitung apabila adanya perbaikan pada tower maupun gedung apabila salah satu tidak aman atau terdapat cacat pada tower atau area tower, bila dinyatakan tidak masalah maka tidak perlu adanya perbaikan dan mengeluarkan *Bill Of Quantity*.

MS Tower

Ms.Tower adalah program khusus yang mampu membantu dan memeriksa struktur baja tower telekomunikasi dan tower transmisi listrik. Ms.Tower berisi pilihan untuk menentukan geometri, beban, analisis, merencanakan input. Hasil dan pengecekan member atau batang.

Etabs

Etabs (*Extended Three dimensional Analysis of Building System*) adalah salah satu program computer yang digunakan khusus untuk perencanaan gedung dengan konstruksi beton, baja, dan komposit

Staad Pro

STAAD adalah salah satu program analisa program analisa struktur yang pada saat ini telah banyak dipakai diseluruh dunia. STAAD menggunakan teknologi yang paling modern dalam rekayasa elemen hingga, dengan metode input data berbasis object oriented.

Pca Coloumn

PCA Col adalah program mini nan *usefull* yang biasanya menjadi andalan insinyur sipil untuk mengetahui kekuatan aksial dan momen suatu kolom beton secara cepat dan praktis. PCA Col dapat digunakan untuk mendesain atau menginvestigasi struktur kolom.

Hilti Profis Anchor

Perusahaan ini mengembangkan, memproduksi, dan memasarkan produk untuk konstruksi, pemeliharaan gedung, dan industri pertambangan terutama untuk pengguna akhir profesional.

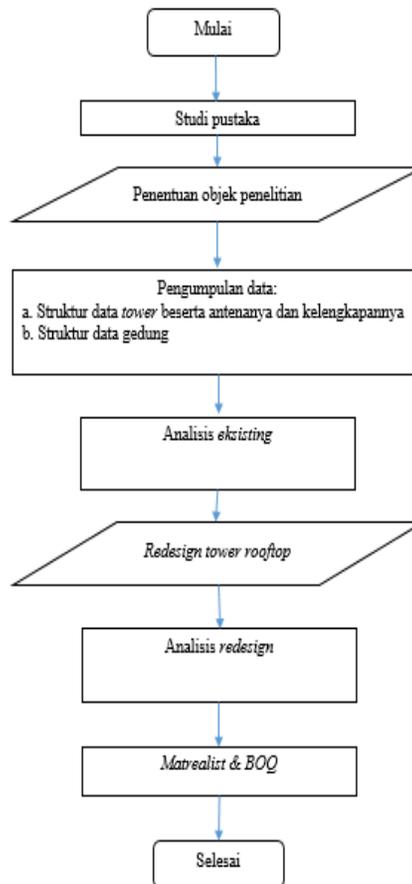
Software ini membuatnya lebih cepat dan lebih mudah dirancang untuk membantu perencana dan *specifier* untuk membuat perhitungan yang diperlukan dan memilih jangkar diperlukan untuk aplikasi yang menggunakan pelat dasar dalam segala bentuk dasar dan ukuran.

4. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Obyek penelitian ini adalah tower yang ada di daerah palur, karanganyar solo. Dan tower ini terletak diatas salah satu gedung karaokean berlantai 3 + 1 *basement (tower rooftop)* dengan tinggi bangunan 15 meter.

Tahapan Penelitian



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

Pengumpulan Data

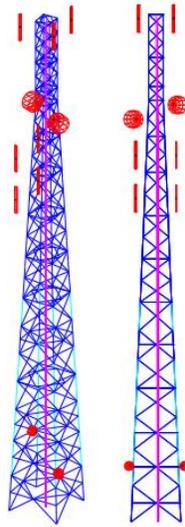
1. Pengukuran, observasi dan survey langsung kelokasi lapangan.

2. Pengumpulan data dari media informasi : internet.

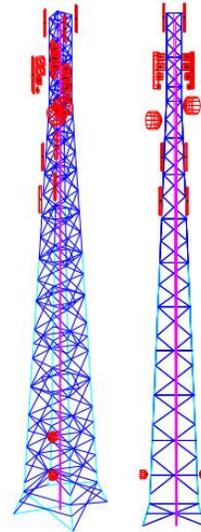
3. Pengumpulan data dari salah satu kantor konsultan yang ada dijogja yakni PT Handasa Konsultan.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

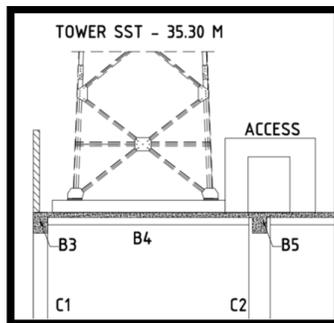
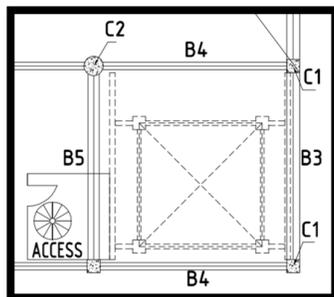
1.1 Hasil Analisis



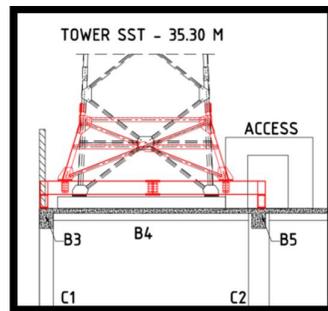
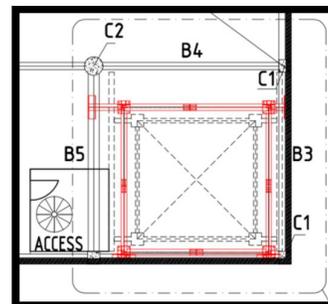
Gambar 2. *Tower Existing.*



Gambar 3. *Tower yang sudah Diredesign.*



Gambar 4. Perletakan *Baseframe* dengan Pembeban *Tower Existing.*



Gambar 5. Tampak Atas Perletakan *Baseframe* yang telah *Diredesign.*



Gambar 5. Foto di Lapangan (Kondisi *Baseframe* dan *Angkur*).

Tabel 1. Perbandingan Hasil Analisis *Existing* dengan *Redesign*.

	Diskripsi	Dimensi (mm)		Hasil		
		<i>Existing</i>	<i>Redesign</i>	<i>Existing</i>	<i>Syarat</i>	<i>Redesign</i>
Tower	<i>Main Leg</i>	-	-	0.709	1	0.935
	<i>Bracing</i>	-	-	0.138	1	0.548
	<i>Horizontal</i>	-	-	0.018	1	0.281
	<i>Twist</i>	-	-	0.001	0.5	0.013
	<i>Sway</i>	-	-	0.0986	0.5	0.1417
	<i>Displacement</i>	-	-	0.0353	0.04415	0.0509
	<i>Baseplate</i>	350 x 350	350 x 350	71.6	240	104
	<i>Baseframe</i>	IWF 300 x 150 x 8 x 8	350 x 150 x 7 x 11	0.138	1	0.561
		IWF 250 x 125 x 9 x 7	300 x 150 x 6.5 x 9	1.497	1	0.081
		L100x100x10	-	0.292	1	-
<i>Boxsteel</i>	-	650 x 200 x 350	-	240	114	
	-	650 x 200 x 400	-	240	164	
Gedung	<i>Balok</i>	200 x 450		0.225	1	0.241
		300 x 320		0.582	1	0.678
		300 x 500		0.161	1	0.203
		350 x 600		0.219	1	0.403
		350 x 620		0.378	1	0.389
	<i>Kolom</i>	350 x 350		0.62	1	0.72
		Ø 520		0.34	1	0.5
	<i>Slab</i>	100		0.505	1	0.393
		120		0.777	1	0.632

Kondisi *eksisting* merupakan kondisi dimana *tower* beserta semua perangkatnya sudah ada atau sudah didirikan. Kondisi *redesign* yaitu kondisi dimana *tower* beserta kelengkapannya dan gedungnya direncanakan untuk diperbaiki atau dengan kata lain perencanaan ulang. Baik dari keamanan struktur *tower* beserta kelengkapannya itu sendiri dikarenakan korosi dan sebagainya atau kondisi gedung yang terdapat kerusakan karena adanya pembebanan *tower* di atasnya dan bila

tidak memenuhi standar yang telah ditentukan ataupun perletakkan *baseframe tower rooftop* yang tidak sesuai pada struktural gedung. Untuk melakukan *redesign*, kaki *tower* diperlebar hingga menumpu pada struktural gedung (*balok*) dengan catatan as *tower* tidak berubah atau bergeser dan *tower* tersebut tidak boleh mati (*off sinyalnya*).

Perbandingan hasil analisis tower ini bisa dilihat pada **tabel 1** dan dapat dilihat dari **gambar 2** hingga **gambar 5** diatas menunjukkan bahwa tower beserta kelengkapannya dan gedung diperoleh yaitu kondisi tower baik dalam kondisi *existing* dan *redesign* dalam keadaan aman untuk mendukung beban antenna beserta kelengkapannya karena rasio yang ditunjukkan setelah dianalisis baik rasio pada *main leg*, *bracing* dan *horisontalnya* menunjukkan angka aman yaitu dibawah yang disyaratkan.

Untuk hasil analisis *baseplate* bisa dilihat pada **table 1**. Pada kaki tower setelah dianalisis menunjukkan angka rasio aman untuk tegangan lelehnya dengan dimensi sama untuk *existing* dan *redesign* yaitu 350 mm x 350 mm. Hanya kemiringan saja yang berubah karena bentuk kaki tower yang menyesuaikan pelebaran.

Untuk kondisi *redesign* terdapat adanya penambahan *boxsteel* dengan ukuran 650x200x350 dan 650x200x400 yang dimaksudkan untuk membuat *baseframe* yang telah diperbaharui menggantung/tidak menyentuh *baseframe existing* ataupun plat gedung yang nantinya akan mempengaruhi kondisi plat gedung itu sendiri sehingga terjadi adanya lendutan atau retak ketika *baseframe* itu melendut. Karena dalam perencanaan *baseframe* baru, *baseframe* lama tidak dipotong/dibiarkan saja dan beban yang terjadi bukan beban merata tetapi beban titik.

Untuk *baseframe*, bisa dilihat pada **table 1**, salah satu profil yaitu pada profil IWF 250X125X9X7 *baseframe* kondisi *existing* menunjukkan rasio melebihi 1 yang menunjukkan bahwa profil tersebut tidak aman. Untuk kondisi *existing* dilapangan bisa dilihat pada **gambar 6** terlihat bahwa *baseframe* dan angkur yang sudah berkarat/korosi parah. Selain kondisi dari analisis yang tidak aman, kondisi actual *baseframe* dan angkur yang tidak berada distruktural gedung (bisa dilihat pada **gambar 4**)

sehingga perlu adanya *redesign*. Untuk kondisi *redesign* dilapangan bisa dilihat pada **gambar 5** dan pada **table 1** terlihat bahwa *baseframe* yang sudah dalam keadaan *redesign* menunjukkan rasio aman dan perletakkannya sudah berada distruktural gedung.

Untuk hasil analisis pada gedung sendiri bisa dilihat pada **table 1**, menunjukkan bahwa gedung tersebut aman dengan menopang berat tower beserta kelengkapannya dilantai teratas (*rooftop* gedung) baik dalam kondisi *eksisting* ataupun kondisi *redesign*. Rasio analisis untuk setiap struktur gedung yang ada baik dari kolom, balok dan slabnya menunjukkan rasio aman karena nilai rasio yang didapatkan dibawah yang disyaratkan.

1.2 Matrealist

Bisa dilihat pada **tabel 2**, Untuk unit perweightnya pada kolom kuning angka tersebut didapatkan dari tabel baja sesuai dengan profil yang digunakan. Angka tersebut merupakan berat baja IWF 350 x 175 x 11 x 7 per kg/m nya. Untuk kolom hijau merupakan unit perweight berat (kg/m) dikalikan dengan panjangnya (mm) dan dibagi dengan panjang untuk tiap 1 meternya (1000 mm). Sebagai contoh $(49.56 \times 2.835)/1000 = 140.05$. Untuk kolom orange merupakan jumlah material yang diperlukan untuk dilakukannya *redesign* ini. Untuk kolom biru didapat dari unit weight yang merupakan hasil dari berat material dikali panjangnya dikali dengan jumlahnya perunit. Sebagai contoh $(140.50 \times 1) = 140.50$. Untuk plate atau plate bending (plat tekuk) dimensinya diperoleh dari *design*. Sehingga panjang, lebar dan tebalnya sudah ditentukan.

Perbedaannya jika pada profil untuk unit perweightnya pada kolom kuning angka tersebut didapatkan dari tabel baja yang merupakan berat dari profil WF itu sendiri, sedangkan untuk plate atau plate bending (plate tekuk) diperoleh dari lebar dikalikan dengan tebalnya dikalikan dengan berat platnya kemudian dibagi dengan satu juta karna adanya perbedaan satuan.

1.3 Bill of Quantity

Bisa dilihat pada tabel 3 tower tersebut perlu dilakukan *redesign* dengan biaya sebesar Rp 138.495.903,94.

Untuk *volume* yang bertuliskan 1.00 berarti untuk pembayarannya sudah satu paket dengan harga yang telah ditentukan untuk tiap wilayah atau tiap region karna harganya berbeda-beda. Untuk plate bending dan plate dibedakan karna harganya berbeda dan harga perkilonya untuk plate bending (plat tekuk) lebih mahal. Dan perhitungan volumenya dihitung dalam kilogram. Untuk perhitungan volume baut dihitung perbuah.

Untuk perhitungan *volume erection* didapat dari penjumlahan section B tower pada *materialist*. Untuk perhitungan volume dari *steel baseframe instalation* didapatkan dari penjumlahan section A pada *matrealist*. Untuk perhitungan volume galvanis dan volume painting didapatkan dari penjumlahan volume baja profil IWF, volume steel profil, plate dan plate bending (dalam kg). Untuk yang dimaksudkan pada kolom unit price yaitu harga satuan dari satu wilayah/region yang digunakan sebagai patokan harga. Untuk tower ini menggunakan region jawa tengah karena posisi tower berada dikaranganyar solo. Pada table 5.3 terdapat kolom *price* yang merupakan harga yang didapat dari hasil perkalian antara *volume* dengan unit price.

6. KESIMPULAN

a. Kondisi struktur tower dan gedung pada kondisi *existing* dalam keadaan

aman. Baik dari *main leg, bracing* atau *horisontalnya* masih dalam batas toleransi dibawah yang disyaratkan. *Twist, sway dan displacementnya* pada tower aman. Untuk structural gedung setelah dianalisis baik kolom, beam dan plat menunjukkan angka aman. Hanya saja kondisi *baseframe* dan angkur mengalami korosi. Kondisi *baseframe* setelah dianalisis menunjukkan bahwa *baseframe* tersebut tidak aman untuk menopang tower beserta kelengkapannya. Perletakan *baseframe* berada diatas plat bukan diatas struktural gedung (balok atau kolom).

- b. Setelah *redesign* baik dari struktural *tower, baseframe, baseplate* dan gedung menunjukkan hasil analisis aman dengan bentuk dan dimensi yang berbeda. *Baseframe* baru *didesign* dengan adanya penambahan *boxsteel* pada keempat kaki tower. *Baseframe* menggantung karena ditopang oleh *boxsteel* dan posisi *boxsteel* berada pada struktural gedung sehingga tidak menempel pada plat.
- c. Dari analisis yang telah dilakukan terhadap *tower* maupun gedungnya maka tower tersebut perlu dilakukan *redesign* dikarenakan *baseframe* tidak aman, tidak menumpu pada struktural utama gedung, menempel pada plat, dan kondisi *baseframe* beserta angkurnya sudah tidak layak digunakan karena korosi. Dari proses *redesign* tower tersebut maka diperlukan penggantian struktur tower sebesar Rp 138.495.903,94.

7. DAFTAR PUSTAKA

- HILTI
Tabel Profil Baja.
EIA/TIA222 – G. *Structural Standard for Antenna Supporting Structure*.
MSTower V5. *User Manual Engineering System (EEC) Limited*. 2000.

- Setiawan, Agus. 2013. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD Edisi Kedua*. Jakarta. Erlangga.
- Nasution, Amriansyah. 2009. *Analisis dan Design Struktur Beton Bertulang*. Bandung. Penerbit ITB.
- Oentong. 1999. *Konstruksi Baja*. Yogyakarta. Abadi.
- SNI 03 – 2847 – 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. 2002.
- SNI 03 – 1729 – 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*. 2002.
- SNI 03 – 1726 – 2003. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung*. 2003.
- SNI 2847-2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. 2013.
- SNI 1727-2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. 2013.
- ACI-318-2005. *American Concrete Institute*. 2005.
- UBC '97. *Uniform Building Code for auto seismic loads*.
- PBI – 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. 1972.
- SNI 03-1727-1989-F. *Tata Cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*. 1989.
- Saputro, Frilianton Beny. *Perkuatan Antenna Tower Telekomunikasi (BTS) Akibat Penambahan Beban*. ITS Surabaya. 2009.

Tabel 2. Material list

No	Bagian	Marking	Bahan	Dimensi			Unit Weight		Jumlah (unit)	Total Berat (kg) / (Total Vol m ³)
				Width (mm)	Length (mm)	Thickness (mm)	(kg / m)	(kg / pcs) / (Vol m ³)		
A BASEFRAME										
1	Baseframe	WF-01	WF 350 x 175 x 11 x 7	-	2,835	-	49.56	140.50	1	140.50
2	Baseframe	WF-02	WF 350 x 175 x 11 x 7	-	2,835	-	49.56	140.50	1	140.50
3	Baseframe	WF-03	WF 300x150x6.5x9	-	2,175	-	36.72	79.87	2	159.73
4	Baseframe	WF-04	WF 300x150x6.5x9	-	2,110	-	36.72	77.48	2	154.96
5	Baseframe	WF-05	WF 350 x 175 x 11 x 7	-	2,015	-	49.56	99.86	2	199.73
6	Plate	PL-01	PLATE 365 x 175 x 12	175	365	12	16.49	6.02	4	24.07
7	Plate	PL-02	PLATE 365 x 80 x 12	80	365	12	7.54	2.75	8	22.01
8	Plate	PL-03	PLATE 245 x 240 x 10	240	245	10	18.84	4.62	8	36.93
9	Plate	PL-04	PLATE 240 x 167 x 10	167	240	10	13.11	3.15	2	6.29
10	Plate	PL-05	PLATE 650 x 200 x 24	200	650	24	37.68	24.49	4	97.97
11	Plate	PL-06	PLATE 650x 200 x 24	200	650	24	37.68	24.49	4	97.97
12	Plate	PL-07	PLATE 290 x 200 x 24	200	290	24	37.68	10.93	10	109.27
13	Plate	PL-08	PLATE 339 x 322 x 12	322	339	12	30.33	10.28	8	82.26
14	Plate	PL-09	PLATE 340x 200 x 20	200	340	20	31.40	10.68	10	106.76
15	Plate	PL-10	PLATE 322 x 291 x 12	291	322	12	27.41	8.83	4	35.31
16	Plate	PL-11	PLATE 365 x 150 x 10	150	365	10	11.78	4.30	8	34.38
17	Plate	PL-12	PLATE 365 x 70 x 10	70	365	10	5.50	2.01	8	16.05
18	Plate	ST-01	PLATE 396 x 300 x 20	300	396	20	47.10	18.65	4	74.61
19	Plate	ST-02	PLATE 300 x 281 x 20	281	300	20	44.12	13.24	4	52.94
2	Plate	ST-03	PLATE 300 x 174 x 12	174	300	12	16.39	4.92	4	19.67
3	Profil	L-03	L 80 x 80 x 8	-	240	-	9.66	2.32	4	9.27
23	Profil	L-04	L 70 x 70 x 7	-	240	-	7.38	1.77	4	7.08
24	Plate	BPL-01	PLATE 350 x 350 x 20	350	350	20	54.95	19.23	4	76.93
4	Bolt	M16-60mm	Bolt 16	-	-	-	-	0.17	96	16.18
26	Bolt	M16-55mm	Bolt 16	-	-	-	-	0.16	64	10.34
27	Bolt	M20-65mm	Bolt 20	-	-	-	-	0.34	16	5.40
28	Bolt	M16-50mm	Bolt 16	-	-	-	-	0.15	48	7.42
SUBTOTAL										1744.51
B TOWER										
1	Leg	L - 01	L 120 x 120 x 12	-	1,629	-	21.59	35.17	4	140.68
2	Leg	L - 02	L 120 x 120 x 12	-	500	-	21.59	10.80	4	43.18
2	Horizontal	H - 01	L 100 x 100 x 10	-	3,277	-	14.92	48.89	4	195.57
4	Horizontal	H - 02	L 100 x 100 x 10	-	3,666	-	14.92	54.70	4	218.79
3	Bracing	BR - 01	L 80 x 80 x 8	-	4,037	-	9.66	39.00	4	155.99
6	Bracing	BR - 02	L 80 x 80 x 8	-	1,774	-	9.66	17.14	4	68.55
7	Bracing	BR - 03	L 80 x 80 x 8	-	2,262	-	9.66	21.85	4	87.40
4	Plate Bending	PL - 13	PLATE 364 x 355 x 20	355	364	20	55.74	20.29	8	162.30
5	Plate	PL - 14	PLATE 425 x 229 x 12	229	425	12	21.57	9.17	4	36.67
10	Plate	PL - 15	PLATE 240 x 147 x 10	147	240	10	11.54	2.77	2	5.54
11	Plate	PL - 16	PLATE 399 x 172 x 10	172	399	10	13.50	5.39	8	43.10
12	Plate	PL - 17	PLATE 291 x 172 x 10	172	291	10	13.50	3.93	8	31.43
13	Plate	PL - 18	PLATE 210 x 80 x 12	80	210	12	7.54	1.58	16	25.32
14	Plate	PL - 19	PLATE 240 x 90 x 13	90	240	12	8.48	2.03	16	32.56
15	Plate	PL - 20	PLATE 240 x 90 x 13	80	450	12	7.54	3.39	8	27.13
6	Bolt	M16-60mm	Bolt 16	-	-	-	-	0.1685	32	5.39
17	Bolt	M16-50mm	Bolt 16	-	-	-	-	0.1545	92	14.21
18	Bolt	M16-100mm	Bolt 16	-	-	-	-	0.2190	64	14.02
SUBTOTAL										1307.83
TOTAL										3052.34
C ANCHOR										
1	Anchor Hilti	HIT-RE 500 + HIT-V(5.8) M20	e20	-	200.00	-	-	-	32	-
TOTAL								Baseframe IWF	8.00	795.42
TOTAL								Steel Profile	36.00	926.52
TOTAL								Plate	156.00	1095.15
TOTAL								Plate Bending	8.00	162.30
TOTAL								M16-60mm	128	21.57
TOTAL								M16-50mm	140	21.6300
TOTAL								M16-55mm	64	10.34
TOTAL								M20-65mm	16	5.40
TOTAL								M16-100mm	64	14.02
TOTAL								HIT-RE 500 + HIT-V(5.8) M16	32	-

Tabel 3. BILL OF QUANTITY

Work : SST 35.30 m
Site : BHS Palur

Date :
Region : CENTRAL JAVA
District : SOLO

NO.	DESCRIPTION	UNIT	VOL	UNIT PRICE (RP)	PRICE (RP)	NOTE
I	TOWER STRENGTHEN					
A	Pre Implementation					
1	Site Survey	ls	1.00	3,100,000	3,100,000.00	
2	Site Preparation	ls	1.00	1,500,000	1,500,000.00	
3	Mobilization & Demobilization	ls	1.00	3,500,000	3,500,000.00	
4	Verticality	ls	1.00	1,200,000	1,200,000.00	
5	ATP checklist, site photographs & as built drawing	ls	1.00	1,500,000	1,500,000.00	
B	Report Work					
1	Drawing and Documentation in soft & hard copy (1 soft copy in CD and 2 hard copy)	ls	1.00	2,500,000	2,500,000.00	
C	Tower Strengthen Work					
1	Baseframe IWF / H Beam	kg	795.42	25,227	20,065,855.74	
2	Steel profile	kg	926.52	14,820	13,730,993.80	
3	Plate	kg	1095.15	12,540	13,733,191.81	
4	Plate Bending (triangulasi plate)	kg	162.30	18,050	2,929,520.78	
5	M16-60mm	pcs	128.00	9,600	1,228,800.00	
6	M16-50mm	pcs	140.00	8,000	1,120,000.00	
7	M16-55mm	pcs	64.00	8,800	563,200.00	
8	M20-65mm	pcs	16.00	13,000	208,000.00	
9	M16-100mm	pcs	64.00	11,200	716,800.00	
10	Erection	kg	1307.83	3,990	5,218,241.70	
12	Steel Baseframe instalation	kg	1744.51	7,000	12,211,591.86	
13	Galvanized	kg	2979.39	4,560	13,586,024.70	
14	Painting	kg	2979.39	1,340	3,992,384.45	
15	Grouting	ttk	4.00	250,000	1,000,000.00	
16	HIT - RE 500 + HIT - V (5.8) M20	pcs	32.00	371,000	11,872,000.00	
SUB TOTAL TOWER STRENGTHEN					115,476,604.84	
II	OPTIONAL					
A	Transportation					
1	Heavy (> 1000)	ls	1.00	3,000,000	3,000,000.00	
B	Handling					
1	Crane Naikan Material	ls	1.00	12,000,000	12,000,000.00	
C	Tower & Tray demolition works					
1	Site clearance for dismantle works	ls	1.00	500,000	500,000.00	
D	Dismantle					
1	Dismantle of tower structure	kg	772.51	900	695,258.10	
2	Demolition of based frame from steel profile construction	kg	1348.40	3,000	4,045,191.00	
E	Civil					
1	Brickwall - masonry, with 15 cm thickness	m2	3.14	100,000	314,000.00	
2	Waterproofing	m2	32.50	70,000	2,275,000.00	
3	Cementing	m2	4.14	25,000	103,500.00	
4	Plastering	m2	3.14	27,500	86,350.00	
SUB TOTAL OPTIONAL					23,019,299.10	
TOTAL PEKERJAAN TOWER STRENGTHEN					138,495,903.94	